

(11)Publication number : 05-115485  
(43)Date of publication of application : 14.05.1993

(51)Int.Cl.

A61B 10/00  
A61B 6/03  
G01N 21/17

(21)Application number : 03-279261  
(22)Date of filing : 25.10.1991

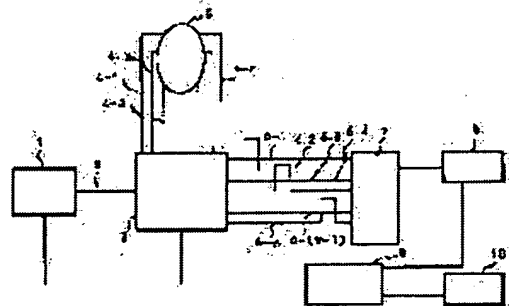
(71)Applicant : HITACHI LTD  
(72)Inventor : YAMASHITA YUICHI  
KAWAGUCHI FUMIO

**(54) OPTICAL MEASURING INSTRUMENT FOR LIVING BODY**

**(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To provide the instrument which can make the measurement at the plural detecting sections of a living body efficiently in time with an optical CT device which images the function measurement of the living body by using light.

**CONSTITUTION:** The incident position of a testee body 5 selected by a multiinput/multioutput optical switch 3 is irradiated with the light from a light source section 1 including plural wavelengths. The light past the testee body 5 is captured by an optical fiber from the plural sections and again pass the optical switch 3. This light is introduced from the optical fiber 6-1 by 6-m into a detecting section 7. A distribution is previously applied to the optical path length from the optical fiber 6-1 to 6-m at this time.



**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**BEST AVAILABLE COPY**

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 10/00	E			
6/03	3 0 1	8826-4C		
G 0 1 N 21/17	A	7370-2J		

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-279261

(22)出願日 平成3年(1991)10月25日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 山下 優一

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 川口 文男

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

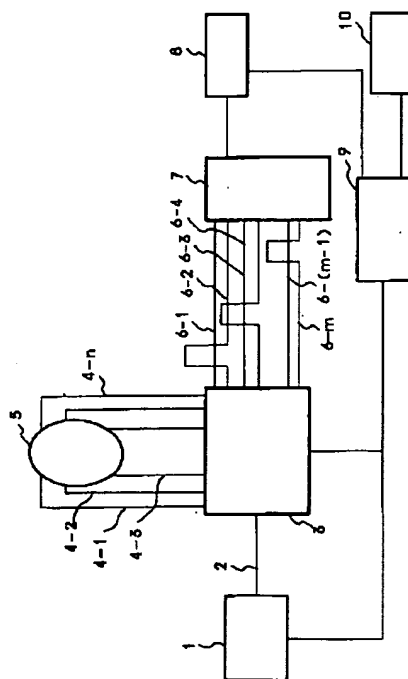
(54)【発明の名称】 生体光計測装置

(57)【要約】

【目的】生体の機能計測を光を用いて行い画像化する光CT装置において、生体の複数検出部位からの測定を時間的に効率良く行う装置を提供する。

【構成】複数の波長を含む光源部1からの光は、多入力・多出力光スイッチ3により選択された被検体5の入射位置を照射する。被検体5を通過した光は複数部位から光ファイバによって捕らえられ、再び、光スイッチ3を通して光ファイバ6-1から6-mによって検出部7に導入される。この時、光ファイバ6-1から6-mの光路長に分布を与えておく。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】可視から近赤外の波長領域の中から複数波長の光を生体に照射し、前記生体を通過した光を前記生体の複数部位から検出し、それら検出光から前記生体の内部の形態もしくは機能計測を行う装置において、おのおのの前記生体の部位の光測定位置から、光を電気信号に変換する光検出部までの空間に光路長の分布を設けることを特徴とする生体光計測装置。

【請求項2】請求項1において、複数の波長の光を放射する光源部から光ファイバによって前記生体に光を照射し、前記生体を通過した光を生体の複数部位からそれぞれ長さに分布を持つ光ファイバによって捕らえ、前記光ファイバを光検出部に導入する生体光計測装置。

【請求項3】請求項2において、前記生体の複数部位から捕らえた光の強度をそれぞれ独立に検出できる単一の光検出器を光検出部として含んでいる生体光計測装置。

【請求項4】請求項3において、超短パルス光を前記光源部から繰返し放射し、前記生体を通過した光を検出する光検出部が時間分解機能をもつ生体光計測装置。

【請求項5】請求項4において、前記生体を通過した光を捕らえる複数光ファイバと光検出部との間に、光路長を任意の長さだけ変化する光路長可変器を設けた生体光計測装置。

【請求項6】請求項4において、前記生体を通過した光を捕らえる複数光ファイバのうち光路長に差を設けた複数本の光ファイバ束を一組とし、これら光ファイバ束を光合波器によって一本の光ファイバに導入し、このような光ファイバ束を複数組設ける生体光計測装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は生体内部の情報を光を用いて計測する装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】可視から近赤外の光を用いて生体機能を計測し画像化する光CT装置が近年いくつか考案されている。この波長領域の光は生体透過性が比較的良く、さらにこれらの光を用いると生体機能を反映する生体内酸素分圧を血液中のヘモグロビンもしくは細胞内のチトクロームa<sub>a</sub>、などによる光吸収量から求めることが可能である。このような装置は、例えば、特開昭57-115232号、特開昭60-72542号公報に記載されている。

【0003】ところが生体に照射された光は、生体内での多重散乱によって空間的に著しく広がるため、生体を通過して検出された光は生体内を幅広く通過したものを含むことになる。そのため、このような検出光を用いて生体機能に関する画像再生を行った場合、空間分解能として十分なものが得にくい。このことについては、数十ピコ秒のパルス光を生体に照射して、多重散乱により生体内での光路長が増加し時間的に遅れて生体を通過する光から、生体の光入射位置と検出位置のほぼ直線上を通

過して時間的な遅れの少ない光のみを非線形光学結晶を用いて抽出する装置が特開平1-20932号公報に記載されている。

【0004】他方このように光の多重散乱による空間分解能の低下を防げたとしても、CT画像として再生するためには、生体に入射した光に対して生体の複数部位から光を検出して画像再生のためのデータとする必要がある。従って、多くのデータを取り込まなければならない。そこで、生体を通過した光を複数部位から短時間で効率良く検出する装置がいくつか考案されている。たとえば、特開昭60-72542号公報に記載されている装置は、複数部位からの検出光を時分割によって1つの部位ごとに一つの光検出器で検出するものである。また、特開昭62-231625号公報に記載されている装置は、複数部位からの生体通過光をそれぞれの生体測定部位に対応する複数光検出器で検出するものである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】数cmから十数cmの距離の生体を通過した光は、入射光強度に対して十桁程度減衰するため、検出される光は著しい微弱光となる。このような微弱光から生体機能に関するヘモグロビンもしくはチトクロームa<sub>a</sub>、などの光吸収量を抽出して精度良い画像を再生するためには、検出光を極めて多数回積算しなければならない。光CT装置では生体の複数部位から光を検出するため、画像再生のための計測に長時間を要することになり、このことは被検者に与える精神的な苦痛や測定効率の点から好ましくない。

【0006】特開昭60-72542号公報に記載の装置では、同時に生体の複数部位からの光検出が出来ず、測定時間の短縮効果には限界がある。また、特開昭62-231625号公報に記載の装置では、生体の複数部位からの同時光検出が可能であるが、おのおのの測定部位に一つずつ光検出器が対応しているため、検出器が測定部位の個数必要となる。この場合に用いる微弱光検出器は通常高価なものであり、複数個用いることは経済的ではない。

【0007】以上のことから、できるだけ少ない検出器で、生体の複数部位から時間的に効率良く光を検出する装置が望まれている。

【0008】そこで、図4に示されるように一個の光検出器（ここでは時間分解光検出器を用いている）で構成されている光検出部7で生体の複数部位からの光測定を行う考えがある。図4では、生体に照射された数十ピコ秒の光に対する生体の複数部位からの生体通過光をそれぞれ光ファイバ6-1から6-mで取り込み、これら光ファイバのもう一端を検出部7側に並べて配置したものを示している。光ファイバ6-1から6-mによって生体から導かれた生体通過光は、光検出部7の受光面30に適当な空間間隔で入射する。これらの光によって受光面30で光電子が放出され、それらの電子は印加電圧によって蛍光面32に向って走行する。交流電場発生部3

1は、上述の電子の走行方向を高速に変位させる。この結果、螢光面32には光ファイバ6-1から6-mによって放射される光の時間変化に対応した分布画像が表示され、これをTVカメラ等で読み出すことにより光強度の時間変化を高速に測定することができる。

【0009】図5に、生体の複数部位からの検出光によって螢光面32で形成される時間分布を示す。この分布のうちY軸方向は時間を、X軸方向は光ファイバ6-1から6-mに対応する検出強度時間分布22-1から22-mの検出位置を示している。数十ピコ秒の時間幅の生体入射光は、光の散乱体である生体中を多重散乱しながら通過することによって検出光の時間幅が数百ピコ秒から数ナノ秒広がって検出される。

【0010】図4に示される方法では、一度に複数部位からの光検出を行うことができると同時に、生体内での光の散乱によって空間的に広がり光路長が増加した結果時間的に遅れた光を適当な時間ゲートによって除去する時間分解光測定も行うことができる。

【0011】しかし、このような装置では、生体のより多くの部位からの光を一度に測定しようとして光ファイバ6-1から6-mの数、すなわち、mの数を増加させると図4における受光面30での光ファイバ密度が増加する。その結果、光ファイバ6-1から6-mによって放射される光の空間的広がりもしくは受光面30から放出される光電子の空間的な揺らぎなどにより、隣接光ファイバ間の測定信号が螢光面32で交差してしまう。この現象はクロストークと呼ばれ、このために生体のおのの光検出位置に対する正確な計測が困難になる。そのため、この装置では一度に捕らえることのできる生体からの光検出部位の数に制限が設けられる。

【0012】そこで、生体内での光の散乱によって空間的に広がり光路長が増加した結果時間的に遅れた光を適当な時間ゲートによって除去する時間分解光測定を行うと同時に、このクロストークの影響を極力軽減してより多くの生体部位からの光を時間的に効率良く検出することが、本発明が解決しようとする課題である。

【0013】

【課題を解決するための手段】そこで、図4の螢光面32における時間軸を有効に用いてこの課題を解決する。この時間軸を、入射パルス光が生体を通して時間的に広がった検出パルス光を複数個収めることのできる適当な長さに設定し、さらに光ファイバ6-1から6-mの光路長をおたがいに異なるようにする。

【0014】

【作用】たとえば、図4における光ファイバ6-1から6-mの光路長を隣どうし交互に変化させておくことによって、隣接光ファイバから照射された光は螢光面32で時間的に異なった場所に現れる。このため本来の螢光面32の位置に正確に対応する光ファイバからの信号とクロストークにより隣接ファイバからの信号との分離を

容易に行うことができる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明の一実施例を示す生体光計測装置の構成図である。光源部1は500nmから1500nmの波長の複数のレーザ光源から構成されており、それぞれパルス幅数十ピコ秒の超短パルス光を順に放射する。ここから放射された光は光ファイバ2によって、多入力・多出力光スイッチ3に導入される。この光は、被検体5の周囲の複数部位に配置されている光ファイバ4-1から4-nのうち任意の一つの光ファイバに接続される。ここでは仮にそれを光ファイバ4-1とする。この光ファイバ4-1により被検体5に光が照射される。

【0016】被検体5の中を散乱によって広がって通過した光は、光ファイバ4-2から4-nでそれぞれ検出され、再び光スイッチ3に導入される。これら光ファイバ4-2から4-nは、光スイッチ3の内部で光ファイバ6-1から6-mにそれぞれ一対一に接続される。この時、光ファイバ4-1から4-n、および光スイッチ3内の光路長はすべての光経路について同一に設定しておくが、光ファイバ6-1から6-mはそれぞれのファイバの長さが異なるようにする。たとえば光ファイバ6-1、6-3、6-5…は長さa、他方光ファイバ6-2、6-4、6-6…は長さa+αとする。これら光ファイバ6-1から6-mの長さは異なっている、それら光ファイバのもう一方の端は一例にたばねて光検出部7、たとえば図4における受光面30の前面に配置する。この光検出部7として、ここでは時間分解光測定器を用いている。

【0017】この時、光ファイバ6-1から6-mによって図4の受光面30に放射された光は螢光面32で光の時間・空間変化に対する強度分布に変換される。それを図6に示す。図6の検出強度時間分布20-1から20-mはそれぞれ光ファイバ6-1から6-mによって放射された光に対応している。ここで、たとえば、図6の検出強度時間分布20-1については、時刻 $t_0$ から $t_1$ までの検出強度は光ファイバ6-1から放射された光であり、時刻 $t_1$ 以降の検出強度は光ファイバ6-2からのクロストークを示している。このことは検出光強度の時間分布20-2についても同様で、光ファイバ6-2の光路長が光ファイバ6-1よりも長い、光ファイバ6-2からの光は、時刻 $t_1$ 以降で時間的に遅れて検出される。この検出強度時間分布20-2の場合、時刻 $t_0$ から $t_1$ のあいだの検出強度は、光ファイバ6-1および6-3からのクロストークである。

【0018】従来の、検出光ファイバに光路長差を設けない方法ではクロストークと信号光との分離が出来なかったが、この方法ではこのように両者の分離が容易に可能となる。これらの検出強度時間分布は図1においてデ

ータ記憶部8で記憶され、これらのデータはコンピュータ9で処理される。ここで、クロストークの除去および光ファイバ6-1から6-mで設けた光路長による検出時間の差異は、コンピュータ9で補正処理を行うと共に、光入射位置と検出位置とを結ぶほぼ直線上を通過して時間的に早く検出された信号を適当な時間ゲートによって抽出を行う。この一連の測定が一波長の光で終了すると、コンピュータ9によって光源部1を制御して測定波長を変化させる。

【0019】同様な測定を全ての波長に対して終了すると、次に、コンピュータ9によって光スイッチ3を制御して、光源部1から光スイッチ3に導入している光ファイバ2を、たとえば光ファイバ4-2に接続して、被検者5への光照射を前回とは異なった位置から行う。この時、被検者5を通過した光は光ファイバ4-1および光ファイバ4-3から4-nで捕らえられ、それぞれコンピュータ9によって制御された光スイッチ3により光ファイバ6-1から6-mに一对一に接続される。このようにして順次被検体5への光照射位置を変化させて測定を繰返し、最終的にコンピュータ9で画像処理を行い、生体機能に関する画像として表示部10で表示する。

【0020】次に図2に、本発明の第二の実施例を示す。ここでは、光ファイバ6-1から6-m中を伝わる光を、それぞれの光路長を任意に設定できる光路長可変器11に導入する。この光路長可変器11では、光ファイバ6-1から6-mの光をそれぞれコリメータレンズ12-1から12-mによって平行光とし、さらに反射鏡13によって反射させ、プリズム14-1から14-mに導入する。おのおののプリズム中を二回反射した光は、再び反射鏡13によって反射され、集光レンズ15-1から15-mにより光ファイバ18-1から18-mに入り光検出器7まで導かれる。ここで、光路長可変器11中のプリズムの位置を連続的に変化させることにより、光路長の連続的な変化を任意に行うことができる。このため、被検体の大きさの変化等により図6における $t_1$ の設定を変化させる必要がある場合にも、光ファイバ6-1から6-mを測定ごとに交換する必要はなく、被検体5の大きさの違いによって生じる検出光の時間幅の変化を考慮しながら、光路長差の最適設定を任意に行うことが可能となる。この光路長可変器11はコンピュータ9で制御することによって効果的な測定が可能となる。

【0021】さらに図3に、本発明の第三の実施例を示す。ここでは、図4に示されている光検出部7の受光面30に配置する光ファイバ間隔を、クロストークが生じない程度にし、それでも時間的に効率良く測定を行える装置を示している。

【0022】図3で、光路長の異なる光ファイバ6-1と6-2を光合波器16-1に inputs し、光ファイバ17

-1へ出力する。同様に光ファイバ6-3と6-4を光合波器16-2に inputs し、光ファイバ17-2へ出力する。同様な操作を光ファイバ6-(m-1)と6-mまで行う。そして、光ファイバ17-1から17-pを、クロストークが生じない間隔で、図4に示される受光面30に配置する。受光面30でのファイバ配置密度は図1のものよりも小さくなるが、これらの光ファイバ中には、ファイバ二本分の情報が時間的に分離された状態に含まれている。この透過光を時間分解することにより、これらを分離抽出することが可能となる。この場合の、図4に示される螢光面32での検出強度時間分布を図7に示す。ここで、おのおのの検出強度時間分布21-1から21-pはそれぞれ光ファイバ17-1から17-pに対応している。検出時間分布21-1で時刻 $t_0$ から $t_1$ までの検出強度は光ファイバ6-1を通った光であり、時刻 $t_1$ 以降の検出強度は光ファイバ6-2を通った光である。これらの光はコンピュータ9で分離、補正される。このようなファイバの配置は、たとえばこの実施例では二本のファイバを一組にして合波しているが、これを、三本、四本と任意の複数本のファイバを組にして、このような複数光ファイバ光合波器を用いることにより一本のファイバに含めることができる。このようにして、一回の測定当たりに取り込める光ファイバ数、すなわち被検体5の測定部位を増加することが可能となる。

【0023】

【発明の効果】光を用いて生体機能を計測し画像化する光CT装置において、生体の複数部位からの測定を時間的に効率良く行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による生体光計測装置の一実施例を示す系統図。

【図2】本発明による生体光計測装置の第二の実施例を示す系統図。

【図3】本発明による生体光計測装置の第三の実施例を示す系統図。

【図4】光検出部への光ファイバ配置と光検出部の動作を示す説明図。

【図5】計測信号の波形を示す説明図。

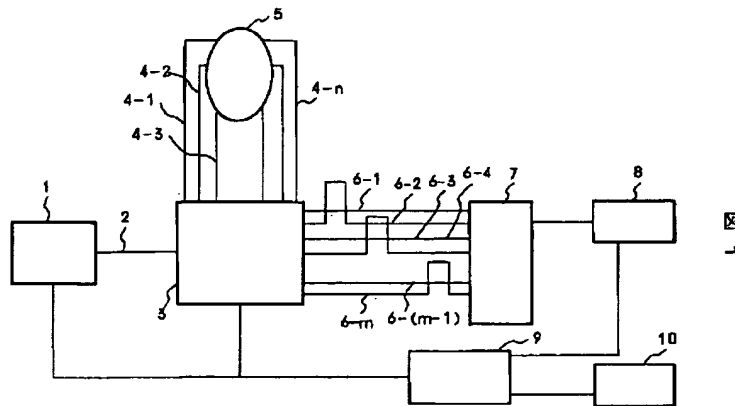
【図6】図1の実施例に対する計測信号の波形を示す説明図。

【図7】図3の実施例に対する計測信号の波形を示す説明図。

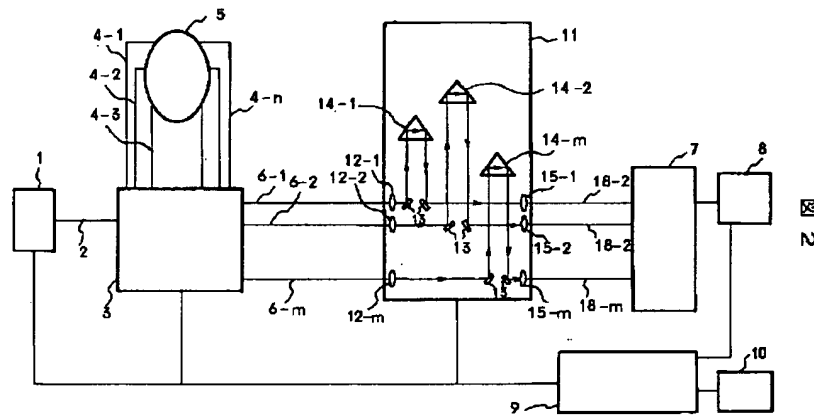
【符号の説明】

1…光源部、2…光ファイバ、3…多入力・多出力光スイッチ、4-1～4-n…光ファイバ、5…被検体、6-1～6-m…光ファイバ、7…光検出部、8…データ記憶部、9…コンピュータ、10…表示部。

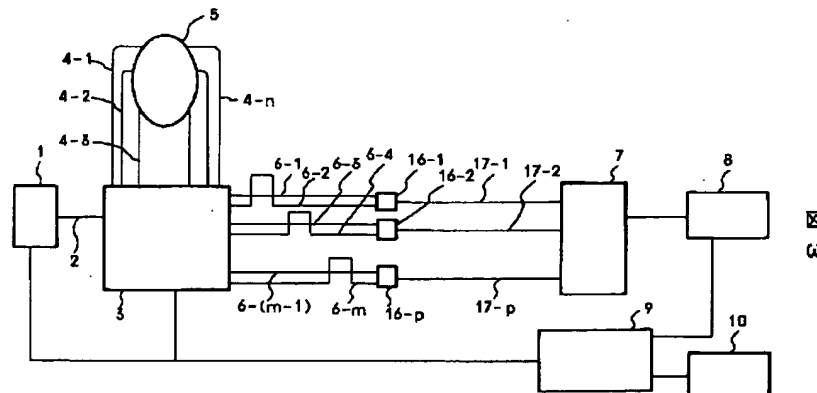
【図1】



【図2】

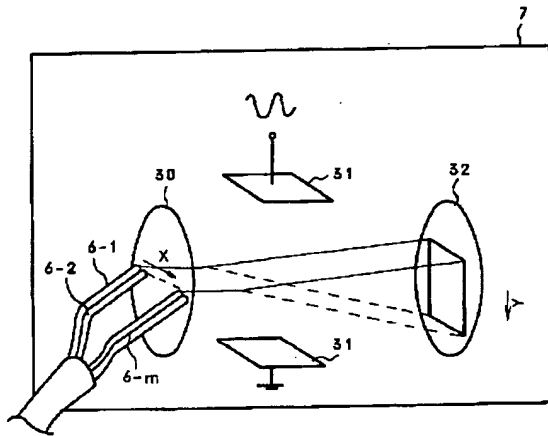


【図3】



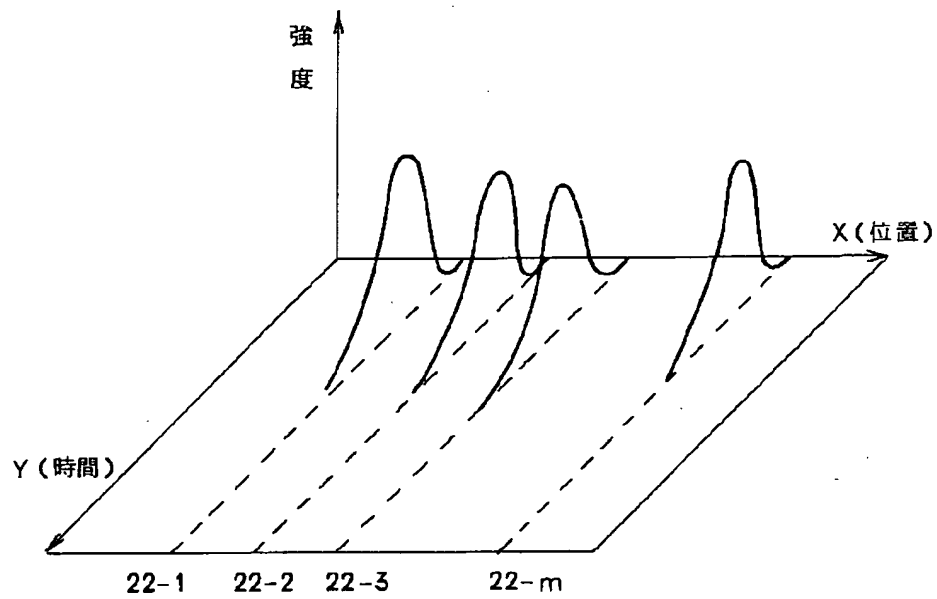
【図4】

図 4



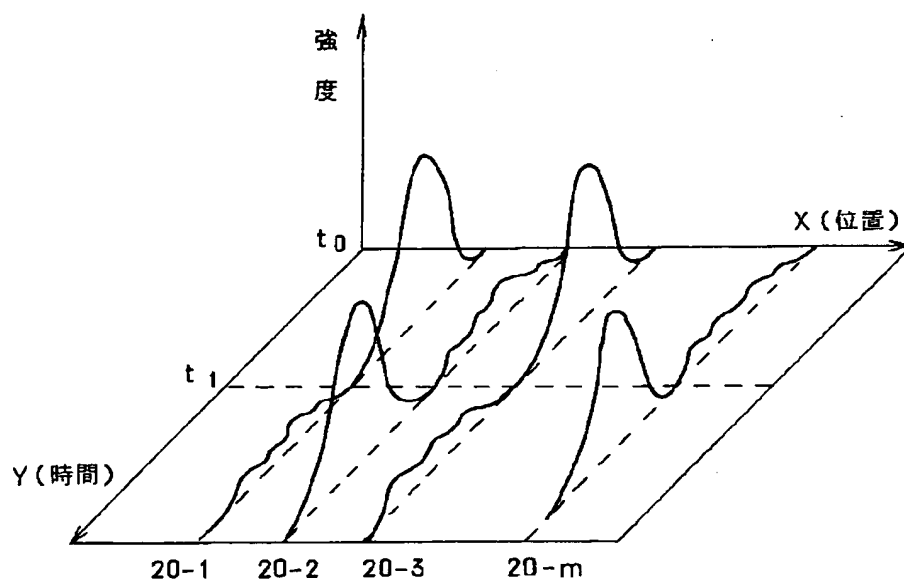
【図5】

図 5



【図6】

図 6



【図7】

図 7

